



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 揺動駆動される台座に乗っている人のバランスを崩す刺激を人に予測されないタイミングで与えるとともに、この刺激に対する人の反応を検出し、刺激を与えた後に検出された反応パターンに基づいてバランス能力を判定することを特徴とするバランス能力判定方法。

【請求項2】 前記刺激は、台座の揺動を変化させることにより与えられることを特徴とする請求項1記載のバランス能力判定方法。

【請求項3】 前記刺激は、人に動作を指示することにより与えられることを特徴とする請求項1記載のバランス能力判定方法。

【請求項4】 前記反応パターンは、刺激を与えた後にバランスを保つように動作するまでの時間、刺激を与えた後にバランスを崩している時間、刺激を与えたときの移動量、刺激の程度と反応までの時間の少なくとも1要素であることを特徴とする請求項1ないし請求項3のいずれかに記載のバランス能力判定方法。

【請求項5】 人が乗る台座と、台座を揺動駆動する駆動手段と、台座に乗っている人のバランスを崩す刺激を人に予測されないタイミングで与える刺激手段と、この刺激に対する人の反応を検出するセンサと、刺激手段による刺激を与えた後にセンサにより検出される反応パターンに基づいてバランス能力を判定する判定手段とを備えることを特徴とするバランス能力判定装置。

【請求項6】 前記センサは、台座とは別に設けられ台座に乗っている人を撮像した画像の時間変化から人の所望部位の動きを非接触で検出することを特徴とする請求項5記載のバランス能力判定装置。

【請求項7】 前記判定手段は、前記センサにより検出された所望部位の動きの振幅が規定の閾値を超える期間を求め、この期間が短いほどバランス能力が高いと判定することを特徴とする請求項6記載のバランス能力判定装置。

【請求項8】 前記判定手段は、前記センサにより検出された所望部位の動きについて短時間内のパターンを抽出し、パターンの変化が少ないほどバランス能力が高いと判定することを特徴とする請求項6記載のバランス能力判定装置。

【請求項9】 前記判定手段は、前記センサにより検出された所望部位の動きについて台座の動きとの時間差を求め、この時間差が小さいほどバランス能力が高いと判定することを特徴とする請求項6記載のバランス能力判定装置。

【請求項10】 請求項7ないし請求項9のいずれかに記載のバランス能力判定装置に用いる判定手段のうちの複数を組み合わせてバランス能力を判定することを特徴とするバランス能力判定装置。

【請求項11】 前記刺激手段は、台座の揺動を変化さ

せる指示を駆動手段に与えることを特徴とする請求項5記載のバランス能力判定装置。

【請求項12】 前記刺激手段は別に設けたディスプレイ装置であって、ディスプレイ装置に表示される映像中に動作の指示を表示することを特徴とする請求項5記載のバランス能力判定装置。

【請求項13】 前記台座は人が手で持つ握り部を備え、前記センサは、握り部を握むときの力、握り部を押し引きする力、人の重心位置の少なくとも1要素を検出することを特徴とする請求項5記載のバランス能力判定装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、人のバランス能力の客観的な評価を可能にするバランス能力判定方法およびその装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来より、バランス能力を客観的に評価する技術が各種提案されている。たとえば、特開昭64-52441号公報には、人が乗る台板をモータにより傾動させるとともに、重心の移動形態を検出し、その移動形態に応じてバランス能力についての障害パターンを検出するとともに、台板を傾動させるプログラムを選択する装置が記載されている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記公報に記載のものは、主としてバランス能力の障害を検出するとともに、その障害を取り除くように訓練するものであって、健常者の運動能力としてのバランス能力の評価を行なうものとしては必ずしも適しているものではない。つまり、上記構成に記載されたものは主として障害の有無を判断するためにバランス能力を判定するものであるから、バランス能力の高さについて評価するのは難しいものである。

【0004】本発明は上記事由に鑑みて為されたものであり、その目的は、バランス能力の高さを評価することができるようにしたバランス能力判定方法およびその装置を提供することにある。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明は、揺動駆動される台座に乗っている人のバランスを崩す刺激を人に予測されないタイミングで与えるとともに、この刺激に対する人の反応を検出し、刺激を与えた後に検出された反応パターンに基づいてバランス能力を判定することを特徴とするのであって、人が予測しないタイミングでバランスを崩す刺激を与えるから、バランスを崩した程度やバランスを崩してからバランスを保つ状態に戻るまでの時間などを検出することにより、バランス能力の高さを評価することができる。

【0006】請求項2の発明は、請求項1の発明におい

て、前記刺激が、台座の揺動を変化させることにより与えられることを特徴とするのであって、別途の装置を付加することなく台座の揺動パターンを適宜に変更するだけで、バランス能力を評価するための刺激を与えることができる。

【0007】請求項3の発明は、請求項1の発明において、前記刺激が、人に動作を指示することにより与えられることを特徴とするのであって、人に動作を指示することによって、バランス能力の判定に際してゲーム性を与えることができ、楽しみながらバランス能力の判定を行なうことができる。

【0008】請求項4の発明は、請求項1ないし請求項3の発明において、前記反応パターンが、刺激を与えた後にバランスを保つように動作するまでの時間、刺激を与えた後にバランスを崩している時間、刺激を与えたときの移動量、刺激の程度と反応までの時間の少なくとも1要素であることを特徴とするのであって、これらの情報を用いればバランス能力を容易に評価することができる。

【0009】請求項5の発明は、人が乗る台座と、台座を揺動駆動する駆動手段と、台座に乗っている人のバランスを崩す刺激を人に予測されないタイミングで与える刺激手段と、この刺激に対する人の反応を検出するセンサと、刺激手段による刺激を与えた後にセンサにより検出される反応パターンに基づいてバランス能力を判定する判定手段とを備えるものであり、人が予測しないタイミングでバランスを崩す刺激を与えるから、バランスを崩した程度やバランスを崩してからバランスを保つ状態に戻るまでの時間などを検出することにより、バランス能力の高さを評価することができる。

【0010】請求項6の発明は、請求項5の発明において、前記センサが、台座とは別に設けられ台座に乗っている人を撮像した画像の時間変化から人の所望部位の動きを非接触で検出するものである。この構成によれば、台座とは別にセンサが設けられ、かつセンサによって非接触で人の所望部位の動きを検出するから、台座に搭乗した人にセンサを意識させることなく人の動きを検出することができる。

【0011】請求項7の発明は、請求項6の発明において、前記判定手段が、前記センサにより検出された所望部位の動きの振幅が規定の閾値を超える期間を求め、この期間が短いほどバランス能力が高いと判定するものである。この構成によれば、人の動きの振幅によってバランス能力を定量的かつ客観的に評価することが可能になる。

【0012】請求項8の発明は、請求項6の発明において、前記判定手段が、前記センサにより検出された所望部位の動きについて短時間内のパターンを抽出し、パターンの変化が少ないほどバランス能力が高いと判定するものである。この構成によれば、人の動きのパターンに

基づいてバランス能力を客観的に評価することができる。

【0013】請求項9の発明は、請求項6の発明において、前記判定手段が、前記センサにより検出された所望部位の動きについて台座の動きとの時間差を求め、この時間差が小さいほどバランス能力が高いと判定するものである。この構成によれば、台座の動きと人の動きとの時間差に基づいてバランス能力を数値化して客観的に評価することができる。

10 【0014】請求項10の発明は、請求項7ないし請求項9のいずれかに記載のバランス能力判定装置に用いる判定手段のうちの複数を組み合わせてバランス能力を判定するものである。この構成によれば、複数種類の判定条件を用いることで、バランス能力についてより正確な評価が可能になる。

【0015】請求項11の発明は、請求項5の発明において、前記刺激手段が、台座の揺動を変化させる指示を駆動手段に与えるものであり、別途の装置を付加することなく台座の揺動パターンを適宜に変更するだけで、バランス能力を評価するための刺激を与えることができる。

【0016】請求項12の発明は、請求項5の発明において、前記刺激手段が別に設けたディスプレイ装置であって、ディスプレイ装置に表示される映像中に動作の指示を表示するものであり、人に動作を指示することによって、バランス能力の判定に際してゲーム性を与えることができ、楽しみながらバランス能力の判定を行なうことができる。

30 【0017】請求項13の発明は、請求項5の発明において、前記台座が人が手で持つ握り部を備え、前記センサが、握り部を掴むときの力、握り部を押し引きする力、人の重心位置の少なくとも1要素を検出するものであり、これらの情報を用いればバランス能力を容易に評価することができる。

【0018】

【発明の実施の形態】（実施形態1）本実施形態は、図2に示すように、人が着席する座席状の台座1をパラレルメカニズムよりなる駆動装置（駆動手段）2により移動させる例を示すが、たとえば馬の鞍形の台座1を用い、台座1に跨る形で乗るようにしてもよい。駆動装置2の動作制御は後述する制御装置3により行なわれる。台座1には人が操作するハンドル4が設けられ、ハンドル4の操作はセンサ5により検出される。このセンサ5はハンドル4の移動量、ハンドル4に作用する荷重、ハンドル4を握る力を検出することができる。ハンドル4は台座1の後部に上下動可能となるように枢着され、前端部に設けた握り部を両手で持つように構成されている。また、台座1には着座した人の重心位置を検出するセンサ5が設けられる。

50 【0019】駆動装置2は、図3に示すように、定位置

に固定される固定台 2 1 と、6 本の脚 2 3 を介して固定台 2 1 の上方に支持された可動台 2 2 とを備える。各脚 2 3 は、固定台 2 1 および可動台 2 2 に対してそれぞれユニバーサルジョイント 2 4 a, 2 4 b を介して結合されている。また、各脚 2 3 は、固定台 2 1 にユニバーサルジョイント 2 4 a を介して結合したサポート筒 2 3 a と、サポート筒 2 3 a の中に進退自在に挿入されたボールねじよりなるロッド 2 3 b と、ロッド 2 3 b に噛合するギアを備え正逆の回転に伴ってロッド 2 3 b を進退させるアクチュエータ 2 3 c とからなる。ロッド 2 3 b の先端部はユニバーサルジョイント 2 4 b を介して可動台 2 2 に結合される。したがって、各脚 2 3 のアクチュエータ 2 3 c をそれぞれ制御してロッド 2 3 b の進退量を調節すれば固定台 2 1 に対する可動台 2 2 の位置を適宜に調節することができる。

【0020】6 本の脚 2 3 は、2 本ずつが近接するように固定台 2 1 に結合され、また、固定台 2 1 に対して近接して結合されている脚 2 3 同士を離して可動台 2 2 に結合してある。このような構成によって、互いに直交する 3 方向の平行移動と、各方向の軸を中心とする回転移動との 6 自由度の制御が可能になる。つまり、可動台 2 2 は前後、左右、上下の直進往復移動と前後軸、左右軸、上下軸の回りでの回転往復移動とを組み合わせた移動が可能になり、結果的に可動台 2 2 に結合された台座 1 は 6 自由度で移動する。駆動装置 2 の可動台 2 2 は、現実的には上述のような直進移動と回転移動とに分解した動作よりも、むしろそれらの複合した動作を行なうことになる。

【0021】以下の説明を容易にするために、台座 1 を中心とする座標系を導入する。すなわち、台座 1 の前後方向を X 軸方向、左右方向を Y 軸方向、上下方向を Z 軸方向とし、原点を駆動装置 2 の固定台 2 1 の中心とする右手系の直交座標系を設定する。しかして、駆動装置 2 の可動台 2 2 は、X 軸方向、Y 軸方向、Z 軸方向の 3 方向の位置が可変であるとともに、X 軸、Y 軸、Z 軸の各軸回りの傾きが可変になる。X 軸回りの回転をロール、Y 軸回りの回転をピッチ、Z 軸回りの回転をヨーと呼ぶ。

【0022】図 2 に示す例では台座 1 の前方に大型のディスプレイ装置 6 を配置するとともに、ディスプレイ装置 6 の両側にスピーカ 7 を配置してあり、ディスプレイ装置 6 に表示される映像を台座 1 の揺動に応じて変化させたり、その映像に応じた音声をスピーカ 7 から出力させることができるが、本実施形態においてはディスプレイ装置 6 やスピーカ 7 は必ずしも必要ではない。

【0023】制御装置 3 はコンピュータ装置を用いて構成されたものであり、上述のように駆動装置 2 を制御するほか、ディスプレイ装置 6 に表示される画像やスピーカ 7 から出力する音声についても制御する。すなわち、制御装置 3 は、図 1 に示す構成を有し、データ入力部 3

1 から入力された制御情報を基本データ記憶部 3 2 a および刺激データ記憶部 3 2 b に格納しておき、これらのデータを用いて駆動装置 2 のアクチュエータ 2 3 c を駆動する。データ入力部 3 1 は乗馬中の人の要部の動きを分析するなどして制御情報を生成するものである。

【0024】基本データ記憶部 3 2 a および刺激データ記憶部 3 2 b はそれぞれ半導体メモリよりなり、基本データ記憶部 3 2 a および刺激データ記憶部 3 2 b に格納された制御情報に基づいて演算部 3 0 において駆動装置 2 を揺動させるデータが生成される。演算部 3 0 からは駆動装置 2 の各脚 2 3 の長さに相当するデータが出力され、アクチュエータ制御部 3 3 a ではこのデータに応じたアクチュエータ 2 3 c の動作量を決め、駆動部 3 3 b を介してアクチュエータ 2 3 c を駆動する。駆動部 3 3 b はアクチュエータ制御部 3 3 a で決められた動作量に基づいてアクチュエータ 2 3 c への通電を制御する。つまり、本実施形態においては、演算部 3 0 とデータ記憶部 3 1 とアクチュエータ制御部 3 3 a と駆動部 3 3 b とにより制御手段が構成される。

【0025】ところで、基本データ記憶部 3 2 a や刺激データ記憶部 3 2 b に格納される制御情報は、図 4 に示すように、X 軸方向、Y 軸方向、Z 軸方向の位置  $X_i$ ,  $Y_i$ ,  $Z_i$  ( $i$  は正数) と、Z 軸回り、Y 軸回り、X 軸回りの傾き (ヨー、ピッチ、ロール)  $\alpha_i$ ,  $\beta_i$ ,  $\gamma_i$  ( $i$  は正数) との 6 つ組を一定時間間隔で設定したものである (図 4 (a) は基本データ記憶部 3 2 a の制御情報、図 4 (b) は刺激データ記憶部 3 2 b の制御情報)。制御情報は時系列データであり、一連の揺動パターンを形成するように設定されている。このような一連の振動パターンは十分に短い一定時間間隔で区切られ、各区切りごとに上記 6 つ組が設定されている。要するに、単位パターンは 6 つ組の時系列データにより構成されている。

【0026】演算部 3 0 では図 4 (a) (b) のような制御情報に基づいて各時刻における駆動装置 2 の各脚 2 3 の長さを決定する。こうして決定された脚 2 3 の長さに応じてアクチュエータ制御部 3 3 a によりアクチュエータ 2 3 c の動作量を決めて駆動部 3 3 b を介してアクチュエータ 2 3 c を駆動するのである。

【0027】ここに、本実施形態では人が予測できないタイミングで台座 1 の揺動パターンを変化させる点に特徴があり、常時は基本データ記憶部 3 2 a に格納された制御情報を繰り返し用いて駆動装置 2 を制御しておき、適宜のタイミングで刺激データ記憶部 3 2 b に格納された制御情報を重ね合わせて駆動装置 2 を制御する。つまり、基本データ記憶部 3 2 a に格納された制御情報は周期性を有しているが、刺激データ記憶部 3 2 b に格納された制御情報を用いることによって周期性を逸脱した揺動を与えることができるのである。なお、刺激データ記憶部 3 2 b に格納された制御情報の 6 つ組の個数は、基

10

20

30

40

50

本データ記憶部32aに格納された制御情報の6つ組の個数よりも少ない。いま、図4(a)(b)の制御情報が格納されているものとして、時刻T11~T1nの6つ組を重ね合わせるとすれば、図4(c)のようにデータが生成されることになる。ここに、時刻T11~T1nの各6つ組には、図4(a)(b)における同時刻の6つ組をそれぞれ加算した値を用いている。たとえば、図4(c)における時刻T11の値X21は、 $X21 = X01 + X11$ であり、他の値も同様である。

【0028】上述のようにして台座1の揺動に人の予測しない揺動を付加すると、基本データ記憶部32aに格納された制御情報だけでは慣れによってバランスを保つことができるとしても、刺激データ記憶部32bに格納された制御情報を与えたときにバランスを崩すから、ハンドル4を動かしたり、強く握ったり、台座1の上で常時とは異なる重心移動が生じたりする。これらの情報はセンサ5により検出できるから、センサ5の出力の変化パターン、つまり刺激データ記憶部32bの制御情報を用いて台座1を駆動したときの人の反応に関する反応パターンをパターン検出部34で検出し、反応パターンを評価部35において評価することによって、バランス能力の程度を知ることができる。要するに、刺激データ記憶部32bおよび演算部30により刺激手段が構成される。

【0029】パターン検出部34は、センサ5の出力の変化の大きさや速度を検出するのであって、たとえば、ハンドル4を引いている(あるいは押している)時間、重心が所定量移動していた時間、刺激データ記憶部32bの制御情報を用いてからハンドル4の位置やハンドル4を握る力に特徴的な変化が生じるまでの時間、ハンドル4に加えた力などの時間変化を反応パターンとして求める。これらの情報を用いて、判定手段としての評価部35では統計的ないしファジー論理による処理を行なってバランス能力の指標を数値化するのである。ここに、バランス能力の指標を得るために、多人数について測定を行ない、測定結果の平均値を求めるなどの統計的処理を施す。

【0030】いま、一定時間内にハンドル4に所定値以上の力を加える(押すか引く)回数をバランス能力の指標として用いるものとする。図5に示すように、刺激データ記憶部32bに格納した制御情報を与え始めることにより駆動変化を開始した後(S1)、ハンドル4に所定値以上の力が作用したか否かを判断する(S2)。ここで、バランス能力の指標として点数を用いずれば、点数の上限値から減点法でバランス能力を評価することができる。たとえば、所定値以上の力が作用したときにはバランスを崩したと考えられるから減点するのであり(S3)、刺激データ記憶部32bに格納された制御情報による駆動が終了した時点で(S4)、バランス能力の評価を終了する(S5)。たとえば、図6(a)に示

すように、ハンドル4に所定値以上の力が作用するか否かを判断し、力が作用したときをオン、作用しないときをオフとする。図5の手順で評価すれば、図6(b)のようにオンの回数が多いほど点数が下がるのであって、バランス能力を指標化することができる。

【0031】上述のように台座1としては馬形のものを用いることができ、この場合にはハンドル4に代えて手綱を設ければよい。また、基本データ記憶部32aに格納された制御情報としては、馬の歩様を模擬するように、常歩、速歩、駆歩などに対応する一連のパターンを用い、常時はこれを繰り返すようにすればよい。ここで、図7に示すように、常歩W1と速歩W2とではパターンが大きく変化するから、安全性を考慮して、パターンを変更するときには、つなぎパターンW3を間に挿入する。このようにして、パターンの変化を滑らかに行うことができる。

【0032】なお、ディスプレイ装置6に表示される画像は、画像記憶部36に格納しておき演算部30で台座1の駆動に連動するように制御すればよく、またスピーカ7から出力される音声は、音声記憶部37に格納しておき演算部30でディスプレイ装置6の画面表示に合うように制御すればよい。ディスプレイ装置6に表示する画像は実写あるいはコンピュータグラフィックスを用いる。実写映像は主観移動により撮影されたものを用いる。画像記憶部36や音声記憶部37には大容量が必要であるから、磁気ディスク、光ディスク、光磁気ディスクなどを記録媒体とする記憶装置を用いるのが望ましい。とくに、記録媒体を交換可能としておけば、ディスプレイ装置6の表示内容やスピーカ7から出力される音声の内容を容易に変えることができ、単調さを緩和することができる。

【0033】(実施形態2)実施形態1では、ディスプレイ装置6は単調さを緩和するために用いているだけであるが、本実施形態ではディスプレイ装置6の表示内容によって人に何らかの動作を促し、揺動中の台座1の上での動作に対応させることでバランス能力の程度を測定できるようにしている。つまり、ディスプレイ装置6を刺激手段として用い、その表示内容に対して人がどのように動作するかをルールを決めておき、ルールに従った動作を人が行なえるか否かによってバランス能力の程度を測定しようとするものである。この方法によってゲーム性を与えることができ、バランス能力の測定を楽しみながら行なうことが可能になる。

【0034】本実施形態ではディスプレイ装置6により人に刺激を与えるために、図8に示すように、挿入画像記憶部38およびスーパーインポーズ処理部39を設ける。挿入画像記憶部38は画面内に適宜に表示する画像を記憶しており、スーパーインポーズ処理部39を通して画像記憶部36からの画像を重ね合わせるものである。たとえば、ゲーム性を与えるために、ハードル、毒

りんごと普通のりんごのようなものを表示し、ハードルが表示されたときには飛び越える動作を行ない、毒りんごなら避ける動作を行ない、普通のりんごなら取る動作を行なうというようにルールを決めておくのである。ここに、これらの動作は重心移動を伴うものが望ましいが、バランス能力の低い人には揺動中の台座 1 の上で指先で鉤を操作するだけでも難しいから、必ずしも重心移動を伴う動作でなくてもよい。つまり、ルールは各人のバランス能力の程度を考慮して設定することが可能である。なお、本実施形態では刺激データ記憶部 3 2 b は設けなくてもよい。

【0035】この種のスーパーインポーズを伴うもののほか、人に動作を指示する表示としては、ディスプレイ装置 6 の画面に道を表示しておき、道に分岐や傾斜を設け、これらの道の変化に応じた操作をハンドル 4 で行なうようにルールを決めておいてもよい。とくに、馬を模擬する場合には、手綱の引き方にルールを設定しておき、たとえば右側を引けば右に曲がり、左側を引けば左に曲がり、引きの強さで傾斜に対応するというようなルールを決めておく。このように馬を模擬する場合のバランス能力の程度の測定手順を図 9 に示す。

【0036】ここにおいて、センサ 5 での測定値を定量的に評価するために、手綱を引いている時間、重心が所定量移動していた時間、刺激を与えてから手綱を所定量引くまでの反応時間、手綱を引いた力、刺激を与えたときの駆動装置 2 の移動速度（これは台座 1 の移動速度が大きいほど操作が難しくなるからである）などの情報の時間変化を反応パターンとして用いる。

【0037】いま、何らかの指示がディスプレイ装置 6 に表示されるとすると（S 1）、まず手綱を引いたか否かが判断され（S 2）、引いていれば引き方が正しいか否かが判断される（S 3）。正しくない場合には減点し（S 4）、指示が終了すれば（S 5）終了する。また、ステップ S 2 において手綱を引いておらず、しかも指示が終了していないのであれば（S 6）、減点する（S 7）。このようにして減点法で指標化すればバランス能力を客観的に評価することができる。他の構成および動作は実施形態 1 と同様である。

【0038】（実施形態 3）上述した実施形態では人の反応を検出するセンサ 5 を人が搭乗する台座 1 に設けてセンサ 5 により人の重心位置を検出するようにしていたが、本実施形態では図 10 に示すように、ディスプレイ装置 6 の両側に配置した 2 台の撮像装置 8 を用いるとともに、両撮像装置 8 により撮像した 2 つの画像の視差を利用して 3 次元の情報を得る画像処理装置（図示せず）を用いてセンサ 5 を構成してある。撮像装置 8 には TV カメラを用いている。画像処理装置では 2 つの画像内における共通の対象に対する画素の位置を抽出し、両画素の位置関係に基づいて 3 次元空間内における対象物の位置を求める。また、画像処理装置では画像内で位置に変

化が生じない部位と位置変化が生じる部位とを分離することにより背景から人に関する情報を分離する。このようにして、人の動きを連続的に検出することが可能になる。しかもセンサ 5 は台座 1 とは別に設けられ人の動きを非接触で検出することができるから、台座 1 や人にセンサ 5 を取り付ける必要がなく、人に何らかのマーカを付ける必要もないのであって、センサ 5 を人に意識させることなく人の動きの検出が可能になる。ここに、人のどの部位の動きを検出するかは画像処理装置において任意に指示することができ、たとえば頭部や肩の動きのみを抽出することができる。

【0039】撮像装置 8 と画像処理装置とをセンサとして用いる場合には、抽出した動きの大きさ、安定性、応答性のうちの少なくとも 1 つの要素を用いてバランス能力を判断することができる。

【0040】動きの大きさは、台座 1 を揺動させたときの人の頭部や肩の揺れの振幅を意味する。一般に、バランス能力が高いほど台座 1 の揺動に対する頭部や肩の揺れの振幅は小さいから、振幅に対して閾値を設定しておき、あらかじめ定めたプログラムに従って台座 1 を駆動したときに、台座 1 の駆動期間中で閾値を超える期間を計測すれば、この期間が短いほどバランス能力が高いと判定することができる。振幅に対する閾値は実験的に決定されるものであり、実際には振幅について複数人のデータを収集し、データの収集対象となった人のバランス能力を勘案して閾値を決定する。

【0041】図 11～図 13 は、馬の常足を模擬して台座 1 を揺動させた場合について、それぞれ異なる人の頭部の揺れの程度を上述のセンサ 5 を用いて測定した結果を示す。図 11 は 29 歳で乗馬部に所属する男性、図 12 は 58 歳で乗馬経験のない男性、図 13 は 63 歳で乗馬経験のない男性について測定した結果である。各図における①のデータは左右の揺れ（上が右）、②のデータは前後の揺れ（上が前）を示す。また、画像のピクセル数は左右について 160 ピクセル、前後については 120 ピクセルとした。各図の横軸の数値は画像のフレーム数を示し、1 フレームは 1/33 秒とした。さらに、各図では台座 1 を揺動させる振幅を 3 段階に変化させた例を示してあり、各振幅を左右 3 区画で示している。つまり、左の区画はもっとも振幅が大きく、この振幅を 10 の振幅とすれば、中央の区画は 8 の振幅、右の区画は 6 の振幅としてある。ここに、撮像装置 8 は台座 1 の振動の影響を受けないように天井から吊下した。

【0042】各図を比較するとわかるように、図 11 の例では台座 1 の振幅の大きさに応じて頭部の揺れの大きさも変化し、振幅の変化は安定しておりリズムに乱れはないと言える。また、図 12 の例では台座 1 の振幅の大きさの変化に対して頭部の揺れの大きさの変化は少ないが、振幅の変化は安定しておりリズムに乱れは少ない。図 13 の例では台座 1 の振幅の大きさに応じて頭部の揺

10

20

30

40

50

れの大きさも変化する傾向にはあるが、台座 1 の振幅とは関係なく頭部の揺れが大きくなる場合もあり、振幅の変化は不安定でリズムに乱れがある。さらに、図には表していないが、台座 1 が揺動してから頭部が揺れるまでの遅れ時間（つまり応答性）も各個人によって異なる。

【0043】したがって、人の動きの大きさ、安定性、応答性はバランス能力の判定に用いることができる。いま、人の頭部（肩部でもよい）の揺れの大きさを用いてバランス能力を判断するとすれば、図 14 に示す手順になる。すなわち、まず複数人について台座 1 の揺動のパターンと頭部の揺れのパターンとを格納した測定データファイル F 1 に基づいて頭部の振幅に対する閾値を決定する（S 1）。測定データファイル F 1 に格納されているデータについては、バランス能力の程度が既知であるから、測定データファイル F 1 に格納されたデータを参考にしてバランス能力の判断基準となる適宜の閾値を設定する。その後、台座 1 に人を搭乗させた状態で台座 1 の揺動を開始させる（S 2）。ここで、人の頭部の揺れの程度を上述したセンサ 5 により検出し、センサ 5 により検出した頭部の揺れの振幅をステップ S 1 で設定した閾値とサンプリング毎に比較する（S 3）。頭部の揺れの振幅が閾値以上であるときには、その回数を計数してカウントファイル F 2 に格納する（S 4）。このような処理を、あらかじめ定めた駆動のプログラムが終了するまで継続し（S 5）、プログラムの終了後にカウントファイル F 2 に格納した計数値に基づいて台座 1 に搭乗した人のバランス能力を判定する（S 6）。つまり、バランス能力が高いほど計数値は小さくなるから、計数値の大小によってバランス能力を客観的に評価することができる。

【0044】バランス能力の判定に安定性を用いる場合には、図 15 に示す手順になる。安定性を判断するには個人々人におけるリズム（つまり頭部の揺れのパターン）の変化を知る必要があるから、揺れのパターンを数値化するために、パターンを一定期間毎にフーリエ変換して、振幅、周波数、位相を求める。すなわち、図 15 のように、台座 1 に人を搭乗させた状態で台座 1 の揺動を開始させ（S 1）、この状態でパターンをサンプリング毎に数値化し、数値化したパターンをパターンファイル F 3 に格納する（S 2）。次に、パターンファイル F 3 に格納された数値に基づいて適宜の代表値を決定する

（S 3）。代表値は台座 1 を駆動している期間に適宜周期で設定され、パターンファイル F 3 に格納した値のうちの数種類の値についての移動平均などを用いることができる。求めた代表値は代表値ファイル F 4 に格納される。代表値を求めた後にはステップ S 2 において得たパターンを代表値と比較し（S 4）、代表値と異なるときにはその回数を計数する（S 5）。ここで、代表値には適宜の幅を持たせておき、ステップ S 2 で求めた値が幅内であれば代表値に一致すると判断する。このような処

理を、あらかじめ定めた駆動のプログラムが終了するまで継続し（S 6）、プログラムの終了後に計数値に基づいて台座 1 に搭乗したバランス能力を判定する（S 7）。すなわち、バランス能力が高いほど揺れのパターンに変化が生じないから、ステップ S 5 における計数値は小さくなるのであり、計数値の大小によってバランス能力を客観的に評価することができる。

【0045】バランス能力の判定に応答性を用いる場合には、図 16 に示す手順になる。すなわち、応答性については揺れの大きさと同様に、複数人について台座 1 の揺動のパターンと頭部の揺れのパターンとを格納した測定データファイル F 1 に基づいて台座 1 の駆動に対する頭部の揺れの時間差についての閾値を決定する（S 1）。測定データファイル F 1 に格納されているデータはバランス能力の程度が既知であるから、測定データファイル F 1 に格納されたデータに基づいてバランス能力の判断基準となる閾値を決定することができる。その後、台座 1 に人を搭乗させた状態で台座 1 の駆動を開始させる（S 2）。ここで、台座 1 の駆動と人の頭部の揺れとの時間差をサンプリング毎に求め、時間差ファイル F 5 に格納する（S 3）。求めた時間差をステップ S 1 で求めた閾値と比較し（S 4）、求めた時間差がステップ S 1 で求めた閾値を超える場合には、その回数を計数する（S 5）。このような処理を、あらかじめ定めた駆動のプログラムが終了するまで継続し（S 6）、プログラムの終了後に計数値に基づいて台座 1 に搭乗したバランス能力を判定する（S 7）。すなわち、バランス能力が高いほど台座 1 の駆動から頭部が揺れるまでの時間差が小さいと考えられるから、ステップ S 5 における計数値は小さくなるのであり、計数値の大小によってバランス能力を客観的に評価することができる。

【0046】上述した揺れの大きさ、安定性、応答性は個人々にバランス能力の判定に用いてもよいが、これらを適宜に組み合わせることによって総合的にバランス能力を判定するようにしてもよい。ただし、複数種類の判定値を組み合わせるときには、重み付き加算などによってバランス能力を判断することが必要である。

#### 【0047】

【発明の効果】請求項 1 の発明は、揺動駆動される台座に乗っている人のバランスを崩す刺激を人に予測されないタイミングで与えるとともに、この刺激に対する人の反応を検出し、刺激を与えた後に検出された反応パターンに基づいてバランス能力を判定することを特徴とするのであって、人が予測しないタイミングでバランスを崩す刺激を与えるから、バランスを崩した程度やバランスを崩してからバランスを保つ状態に戻るまでの時間などを検出することにより、バランス能力の高さを評価することができる。

【0048】請求項 2 の発明は、請求項 1 の発明において、刺激が、台座の揺動を変化させることにより与えら

れることを特徴とするのであって、別途の装置を付加することなく台座の揺動パターンを適宜に変更するだけで、バランス能力を評価するための刺激を与えることができる。

【0049】請求項3の発明は、請求項1の発明において、刺激が、人に動作を指示することにより与えられることを特徴とするのであって、人に動作を指示することによって、バランス能力の判定に際してゲーム性を与えることができ、楽しみながらバランス能力の判定を行なうことができる。

【0050】請求項4の発明は、請求項1ないし請求項3の発明において、反応パターンが、刺激を与えた後にバランスを保つように動作するまでの時間、刺激を与えた後にバランスを崩している時間、刺激を与えたときの移動量、刺激の程度と反応までの時間の少なくとも1要素であることを特徴とするのであって、これらの情報を用いればバランス能力を容易に評価することができる。

【0051】請求項5の発明は、人が乗る台座と、台座を揺動駆動する駆動手段と、台座に乗っている人のバランスを崩す刺激を人に予測されないタイミングで与える刺激手段と、この刺激に対する人の反応を検出するセンサと、刺激手段による刺激を与えた後にセンサにより検出される反応パターンに基づいてバランス能力を判定する判定手段とを備えるものであり、人が予測しないタイミングでバランスを崩す刺激を与えるから、バランスを崩した程度やバランスを崩してからバランスを保つ状態に戻るまでの時間などを検出することにより、バランス能力の高さを評価することができる。

【0052】請求項6の発明は、請求項5の発明において、センサが、台座とは別に設けられ台座に乗っている人を撮像した画像の時間変化から人の所望部位の動きを非接触で検出するものであり、台座とは別にセンサが設けられ、かつセンサによって非接触で人の所望部位の動きを検出するから、台座に搭乗した人にセンサを意識させることなく人の動きを検出することができるという利点がある。

【0053】請求項7の発明は、請求項6の発明において、判定手段が、センサにより検出された所望部位の動きの振幅が規定の閾値を超える期間を求め、この期間が短いほどバランス能力が高いと判定するものであり、人の動きの振幅によってバランス能力を定量的かつ客観的に評価することが可能になる。

【0054】請求項8の発明は、請求項6の発明において、判定手段が、センサにより検出された所望部位の動きについて短時間内のパターンを抽出し、パターンの変化が少ないほどバランス能力が高いと判定するものであり、人の動きのパターンに基づいてバランス能力を客観的に評価することができる。

【0055】請求項9の発明は、請求項6の発明において、判定手段が、センサにより検出された所望部位の動

きについて台座の動きとの時間差を求め、この時間差が小さいほどバランス能力が高いと判定するものであり、台座の動きと人の動きとの時間差に基づいてバランス能力を数値化して客観的に評価することができる。

【0056】請求項10の発明は、請求項7ないし請求項9のいずれかに記載のバランス能力判定装置に用いる判定手段のうちの複数を組み合わせてバランス能力を判定するものであり、複数種類の判定条件を用いることで、バランス能力についてより正確な評価が可能になる。

【0057】請求項11の発明は、請求項5の発明において、刺激手段が、台座の揺動を変化させる指示を駆動手段に与えるものであり、別途の装置を付加することなく台座の揺動パターンを適宜に変更するだけで、バランス能力を評価するための刺激を与えることができる。

【0058】請求項12の発明は、請求項5の発明において、刺激手段が別に設けたディスプレイ装置であって、ディスプレイ装置に表示される映像中に動作の指示を表示するものであり、人に動作を指示することによって、バランス能力の判定に際してゲーム性を与えることができ、楽しみながらバランス能力の判定を行なうことができる。

【0059】請求項13の発明は、請求項5の発明において、台座が人が手で持つ握り部を備え、センサが、握り部を掴むときの力、握り部を押し引きする力、人の重心位置の少なくとも1要素を検出するものであり、これらの情報を用いればバランス能力を容易に評価することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態1を示すブロック図である。

【図2】同上の全体構成を示す斜視図である。

【図3】同上に用いる駆動装置を示す斜視図である。

【図4】同上に用いる制御情報を示す図である。

【図5】同上における測定手順を示す図である。

【図6】同上の動作説明図である。

【図7】同上の動作説明図である。

【図8】本発明の実施形態2を示すブロック図である。

【図9】同上における測定手順を示す図である。

【図10】本発明の実施形態3を示し、(a)は要部平面図、(b)は要部側面図である。

【図11】同上に用いたセンサによる測定結果を示す図である。

【図12】同上に用いたセンサによる測定結果を示す図である。

【図13】同上に用いたセンサによる測定結果を示す図である。

【図14】同上の動作説明図である。

【図15】同上の動作説明図である。

【図16】同上の動作説明図である。

【符号の説明】

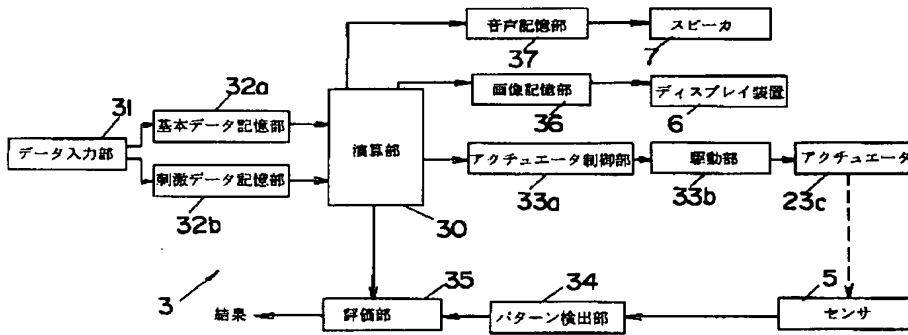


- 1 台座
- 2 駆動装置
- 4 ハンドル
- 5 センサ
- 6 ディスプレイ装置

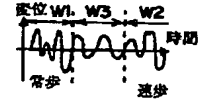
- \* 3 2 a 基本データ記憶部
- 3 2 b 刺激データ記憶部
- 3 4 パターン検出部
- 3 5 評価部

\*

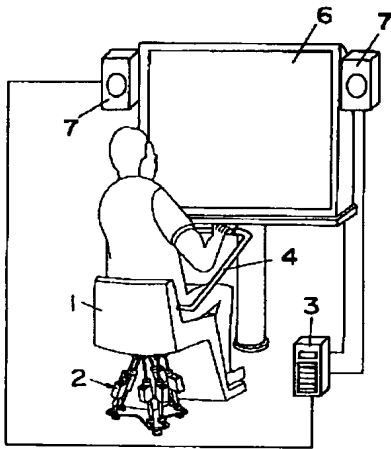
【図1】



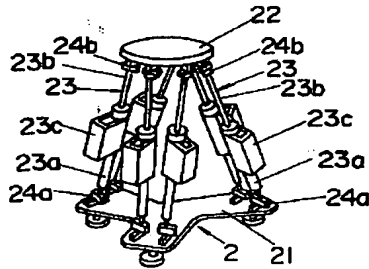
【図7】



【図2】



【図3】



【図4】

時間	X	Y	Z	α	β	γ
T1	X1	Y1	Z1	α1	β1	γ1
T2	X2	Y2	Z2	α2	β2	γ2
T3	X3	Y3	Z3	α3	β3	γ3
...	...	...	...	...	...	...
T11	X01	Y01	Z01	α01	β01	γ01
T12	X02	Y02	Z02	α02	β02	γ02
...	...	...	...	...	...	...
T1n	X0n	Y0n	Z0n	α0n	β0n	γ0n
...	...	...	...	...	...	...
Tm	Xm	Ym	Zm	αm	βm	γm

(a)

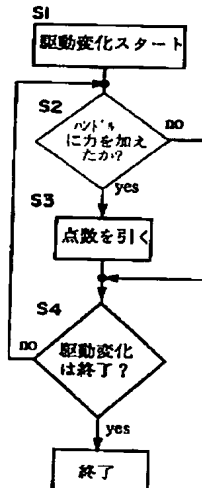
時間	X	Y	Z	α	β	γ
T11	X11	Y11	Z11	α11	β11	γ11
T12	X12	Y12	Z12	α12	β12	γ12
T13	X13	Y13	Z13	α13	β13	γ13
...	...	...	...	...	...	...
T1n	X1n	Y1n	Z1n	α1n	β1n	γ1n

(b)

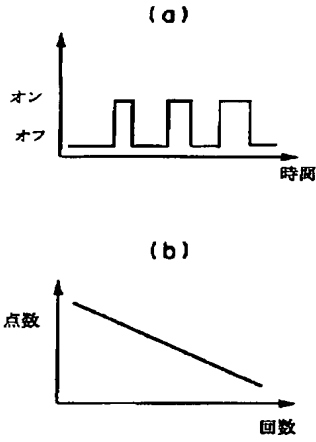
時間	X	Y	Z	α	β	γ
T1	X1	Y1	Z1	α1	β1	γ1
T2	X2	Y2	Z2	α2	β2	γ2
T3	X3	Y3	Z3	α3	β3	γ3
...	...	...	...	...	...	...
T11	X21	Y21	Z21	α21	β21	γ21
T12	X22	Y22	Z22	α22	β22	γ22
...	...	...	...	...	...	...
T1n	X2n	Y2n	Z2n	α2n	β2n	γ2n
...	...	...	...	...	...	...
Tm	Xm	Ym	Zm	αm	βm	γm

(c)

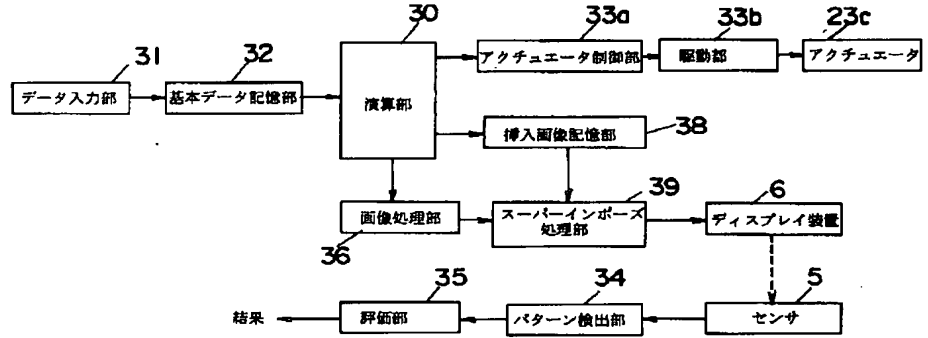
【図5】



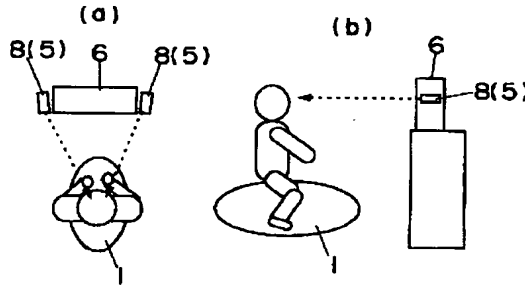
【図6】



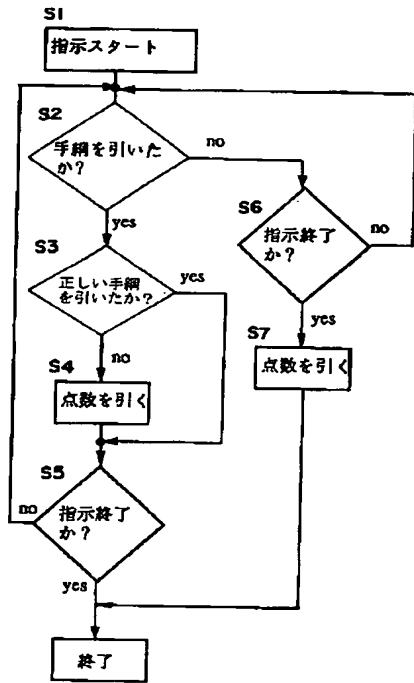
【図8】



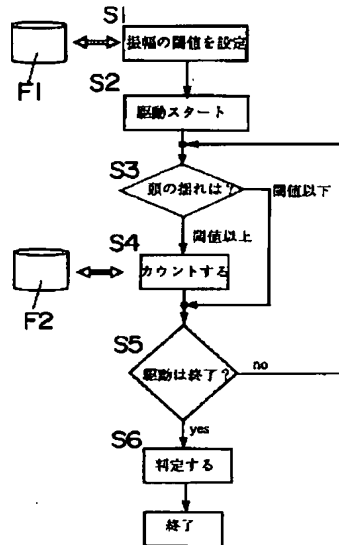
【図10】



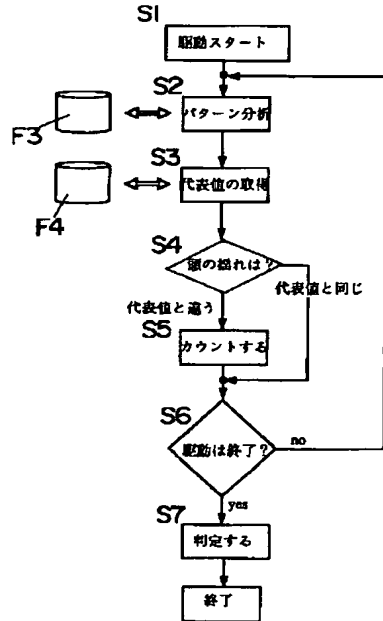
【図9】



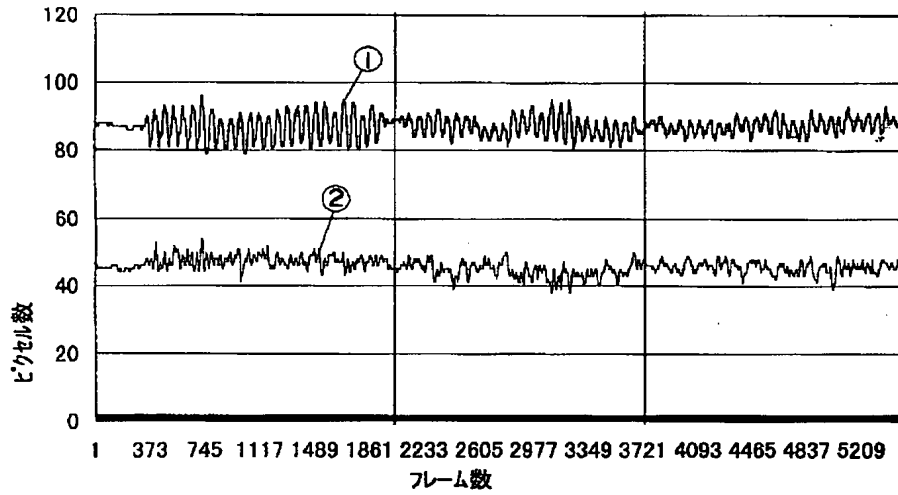
【図14】



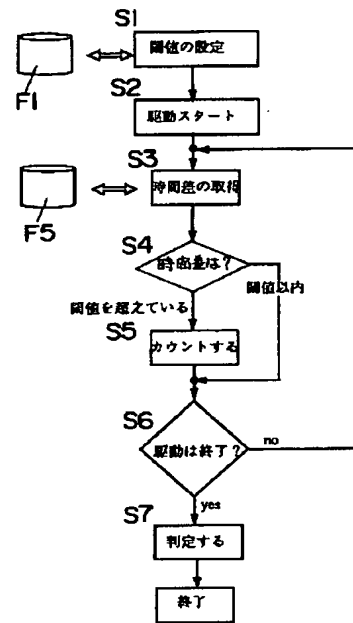
【図15】



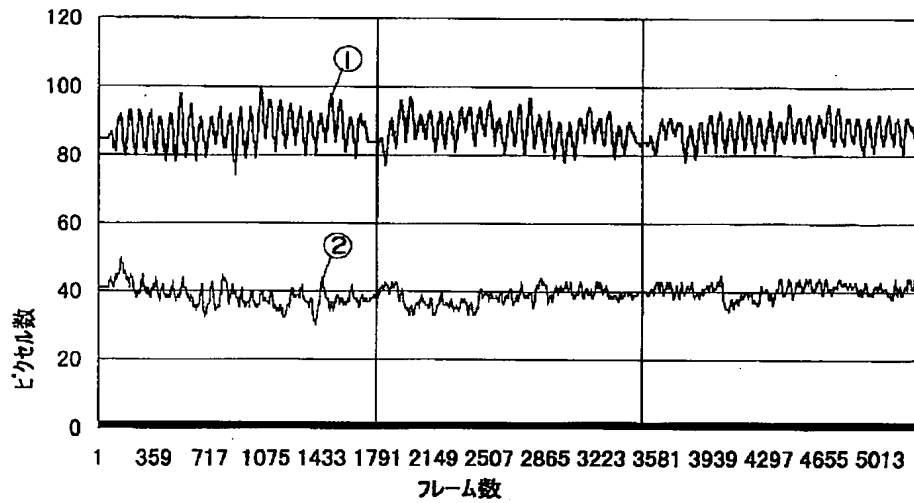
【図11】



【図16】



【図12】



【図13】

